



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

EFICACIA DE TRES DISTINTOS SELLADORES
DE FOSETAS Y FISURAS ANTE PRUEBAS DE
ABRASIÓN POR CEPILLADO Y EROSIÓN ÁCIDA.

TESIS

PRESENTA

LOURDES PAOLA RUBÍ PATTERSON

TUTOR: ESP. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE

ASESORES: DR. FEDERICO H. BARCELÓ SANTANA

MTRO.MARIO PALMA CALERO

MÉXICO, D.F.
2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Pág.
1. Resumen	3
2. Introducción	4
3. Antecedentes	5
3.1 Epidemiología y Etiología de la caries	
3.2 Selladores de fosetas y fisuras como medida de prevención de la caries dental.	
3.3 Desgaste de los selladores de fosetas y fisuras	
3.3.1 Abrasión	
3.3.2 Erosión	
3.3.3. Relación entre abrasión y erosión	
4. Planteamiento del Problema	24
5. Justificación	25
6. Hipótesis	26
7. Objetivos	27
8. Metodología	
8.1 Material y Método	28
8.2 Tipo de estudio	50
8.3 Población de estudio	50
8.4 Muestra	50
8.5 Criterios de inclusión	50
8.6 Criterios de exclusión	50
8.7 Variables de estudio:	
Conceptualización y Operacionalización	51
8.8 Consideraciones éticas	51
8.9 Recursos	52
9. Resultados	55
10. Discusión	62
11. Conclusiones	65
12. Referencias bibliográficas	66
13. Anexos	74

1. RESUMEN

Los selladores de fasetas y fisuras son uno de los principales materiales utilizados como medida preventiva, sin embargo su efectividad puede verse afectada tanto por el cepillado como por las condiciones del medio bucal. Objetivo: Determinar el efecto que tiene el cepillado y el medio ácido bucal, sobre la superficie de cuatro selladores de fasetas y fisuras. Metodología: Se realizó la simulación del cepillado dental en cuatro tipos diferentes de selladores en base a su composición orgánica, 1 y 2(BISGMA+TEGDMA), 3(GDPM) y 4(UDMA). La rugosidad de superficie se evaluó por perfilometría y la erosión ácida en mm/horas de acuerdo a la metodología de la norma 96 de ADA. Resultados : El análisis estadístico no arrojó diferencias estadísticamente significativas en la prueba de abrasión ($p=0.945$). El sellador 4(UDMA) reportó mayor erosión ($p<0.05$) Conclusiones: No existieron diferencias entre los grupos en la prueba de abrasión, en la prueba de erosión el sellador con UDMA fue afectado en mayor magnitud.

2. INTRODUCCIÓN

La caries, considerada la enfermedad dental más prevalente, provoca la pérdida del tejido dental sin que se recupere el tejido lesionado. En el mejor de los casos, los odontólogos solo pueden prevenir esta enfermedad desde su aparición.

El tejido dañado se ha perdido para siempre, razón por la que es razonable luchar por el mantenimiento de la salud dental protegiendo en primer lugar los tejidos duros de la cavidad oral. En este sentido, es necesario conocer cada uno de los métodos y materiales con los que se cuenta para lograr la prevención de la caries dental, así como los procesos de remineralización, siendo una de las principales medidas preventivas la aplicación de selladores de foseas y fisuras, materiales que ocuparán las depresiones y variaciones anatómicas del diente para así evitar el cúmulo de placa y descomposición de material orgánico, y por lo tanto, la formación de la caries dental.

Los selladores de foseas y fisuras más utilizados son los de resina, ya sea compuestos por bisfenol glicidil metacrilato (BIS-GMA), metacrilato de uretano (UDMA) o por monómero adhesivo a base de glicidil fosfato dimetacrilato (GDPM), entre otros, por lo que se comparó el comportamiento de los selladores mencionados anteriormente ante dos pruebas en el laboratorio: resistencia a la abrasión y a la erosión ácida, considerando las ventajas que cada uno de los selladores a base de resina presentan, pero también los importantes inconvenientes de cada uno, para así evaluar cuál es el más indicado para uso clínico.

El objetivo de este estudio fue determinar el cambio en la rugosidad y la pérdida de superficie de los selladores de foseas y fisuras compuestos de BISGMA, UDMA y GDPM sometidos a pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida.

3. ANTECEDENTES:

El interés por conservar la integridad de las superficies oclusales se remonta a 1923. En esa época, Hyalt recomendaba preparar cavidades oclusales y obturarlas con amalgamas antes que los dientes sufran caries. Posteriormente, Badecker en 1929 sugirió la odontotomía profiláctica que consistía en ampliar la anatomía de las fisuras para facilitar su limpieza. Otros investigadores clínicos sugirieron la ameloplastía de las fisuras para luego tratar la zona con químicos como la plata amoniaca, la nitrocelulosa, cementos de cobre y ferrocianuro de potasio con resultados poco halagadores. En 1955 Bounocore propuso el tratamiento previo de las fisuras con ácido fosfórico al 50% con el fin de grabar el esmalte y posteriormente sellarlo con resinas diseñadas para tal fin, es decir, resinas acrílicas de autocurado.

El desarrollo de los selladores de fasetas y fisuras se basó en el descubrimiento de que, al grabar el esmalte con ácido fosfórico, se aumenta la retención de los materiales restaurativos de resina y se mejora en grado considerable la integridad marginal.¹

A mediados de 1960, se presentó el primer compuesto que empleaba la técnica de grabado ácido y fue en un material de cianoacrilato. En 1965 Bowen y sus colaboradores concluyeron que los cianoacrilatos no eran adecuados como selladores, por su degradación con el transcurso del tiempo. Más tarde, Bowen patentó una resina epóxica denominada bisfenol A glicidil metacrilato o BIS-GMA, cuya utilización mediante la técnica de grabado ácido revolucionó la operatoria dental.

En 1967, Cueto y Buonocore introducían los selladores de fosetas y fisuras, aplicando la técnica de grabado ácido.

En 1971 se lanzó al mercado el primer sellador de fosetas y fisuras, Nuva Seal, por Caulk, con su polimerizador, que era una fuente de luz ultravioleta. Para este propósito, el primer material que se utilizó fue el poliuretano, que demostró muy poca resistencia y que se desintegraba en boca después de dos a tres meses, como los ya utilizados cianocrilatos.²

Fue en el año de 1976 cuando el Consejo en materiales dentales de la Asociación Dental Americana aprobó los selladores como una técnica segura y efectiva para prevenir el desarrollo de caries en fosetas y fisuras de las caras oclusales de los dientes con selladores a base de BISGMA-UDMA-TEGDMA con y sin material de carga.^{1,2}

La primer generación de selladores de fosetas y fisuras polimerizaba con luz ultravioleta; la segunda autopolimerizaba químicamente, y la tercera es polimerizada con luz visible.²

A partir de estos descubrimientos, se ha demostrado que el uso de los selladores de fosetas y fisuras es una medida de prevención de la caries junto con el uso de fluoruros y otros métodos preventivos.^{1,2}

3.1 Epidemiología y etiología de la caries

La caries dental es considerada un problema de salud pública, ya que afecta a más del 90% de la población; aproximadamente el 30% de las lesiones se originan en fosetas y fisuras dentales.³

En Estados Unidos, según estudios, a los 17 años de edad, 68% de los niños ha presentado caries dental, de los cuales el 90% se encuentra en las fosetas y fisuras.⁴En México, según la Encuesta

Nacional de Caries 2001, los niños y adolescentes de 6 a 19 años presentan un Índice de Dientes Cariados, Perdidos y Obturados (CPOD) promedio de 3.8 dientes, de los cuales 3.1 son los cariados. Las cifras muestran un incremento en la experiencia de caries dental con la edad, encontrándose el más alto a los 19 años con un promedio de 7.3 dientes.⁵

La cara oclusal es la porción de la corona dental con la cual se realiza la función masticatoria, su forma depende del órgano dentario que se trate, presentando ciertos accidentes anatómicos como lo son las eminencias y depresiones, como las fosetas y fisuras, donde se acumula gran cantidad de placa dentobacteriana, siendo por ello mucho más susceptible a la formación de caries.^{6,7}

Las partículas alimenticias alojadas entre los dientes o en las depresiones de las superficies dentales llamadas surcos, fosetas y fisuras se convierten en sitios de reproducción de bacterias, formando placas bacterianas, que si no se eliminan rápidamente, producen suficientes ácidos orgánicos, como el ácido láctico, capaces de disolver los componentes minerales del esmalte y dentina formando una cavidad, y por ende, caries dental. El pH bajo en la superficie dental (4 a 5) y la presencia de azúcares fermentables (sacarosa, glucosa y fructosa), en especial azúcares adhesivos de golosinas, conducen con mayor probabilidad a la formación de caries,⁸ principalmente en estas zonas de alto riesgo.⁹

Por lo tanto, la caída del pH salival después del consumo de alimentos, constituye un factor que favorece la formación de nuevas lesiones cariosas.⁷ En estudios se ha medido el pH en niños y se ha determinado que el consumo de azúcares y harinas, al disminuir el pH salival, da un medio propicio para la formación de caries dental,

además de que se ha encontrado que en niñas de 3, 4 y 5 años de edad y niños de 4 años, la saliva tarda de 5 a 20 minutos más para regresar a sus niveles iniciales de pH de lo reportado en la literatura.⁹

El plan de tratamiento de cada paciente depende de: tipo de dentición que presente, riesgo a caries, higiene oral, y cooperación del paciente; siendo los pacientes que habitan en el medio rural (por la dificultad de acceso a los servicios odontológicos) los que presentan un mayor índice de caries, los pacientes con fasetas y fisuras profundas, lesiones blancas, altos niveles de *S.mutans*, antecedentes familiares de presencia de caries y alto consumo de azúcares.¹⁰

Sobre la evidencia anterior, se recomienda “sellar” las áreas de mayor incidencia de caries para reducir así su formación en estas áreas.

Los métodos preventivos para evitar la formación de caries dental incluyen: dieta baja en azúcares fermentables, utilización de selladores de fasetas y fisuras, utilización de fluoruros y técnica de cepillado. Estudios recientes como el de Ilave y Mertz¹¹ han demostrado que la combinación de los selladores de fasetas y fisuras con el uso de fluoruros es la mejor medida preventiva de la aparición de esta enfermedad.

3.2 Selladores de fasetas y fisuras como medida de prevención de la caries dental.

Un sellador de fasetas y fisuras es un material que se coloca en las depresiones e irregularidades de la superficie dental para prevenir así el cúmulo de placa bacteriana y evitar la colonización bacteriana en estas zonas y la difusión de los sustratos fermentables que pueden ser metabolizados por las bacterias. Es considerado una medida de

prevención y protección específica de caries dental, en virtud de que se ha apreciado una reducción del 65 al 85% de las tasas de caries oclusales en dientes tratados con selladores.⁶ Se ha encontrado también que los selladores son efectivos para prevenir la progresión de lesiones cariosas tempranas no cavitarias,¹² mientras se realice una limpieza cuidadosa y uso de adhesivos para mayor retención¹⁰ y, a la vez, menor microfiltración.¹³

Para ser aceptados por la Asociación Dental Americana (ADA)¹⁴, los selladores de fasetas y fisuras deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Tiempo de trabajo menor a 45 segundos
- ✓ Polimerizado químico debe lograrse dentro de los 30 segundos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, sin exceder los tres minutos.
- ✓ Tiempo de polimerización menor a 60 segundos.
- ✓ Profundidad de polimerización por luz no debe ser menor de 0.75mm.
- ✓ Grosor de película no polimerizada no deberá ser mayor de 0,1 mm.
- ✓ Biocompatibilidad.

3.2.1 Clasificación de los selladores de fasetas y fisuras

1) Por su relleno:

- Selladores sin relleno: Concise (3M-Espe)
- Selladores con relleno, o resinas fluidas: Sealite (Kerr), Prismashield, Prisma Flow (Caulk), Fluoroshield (Caulk), HeliomolarFlow (Vivadent).

Los selladores con relleno son más resistentes al desgaste y la abrasión, pero requieren un ajuste oclusal inmediato mientras que los que no tienen relleno pueden penetrar mejor en las fosetas y fisuras y se ajustan en 24-48 horas sin necesidad de desgaste.

2) Por su polimerización:

- Autopolimerizables: Alpha-Dent Chemical Cure Pit and Fissure Sealant (Dental Technologies)
- Fotopolimerizables: Alpha-Dent Light Cure Pit and Fissure Sealant (Dental Technologies)

La mayor parte de los estudios no muestran diferencias entre ambos tipos de selladores.

3) Por su color

- Transparente
- Con color: Concise White sealant (3M)
- Cambiante de color: Clinpro (3M-Espe), HeliosealClearChroma (Ivoclarvivadent)

Ventajas de los selladores de color sobre los transparentes:

Se puede observar dónde se está colocando el sellador.

Se pueden controlar los niveles de retención del sellador.

Se pueden mostrar a los padres los lugares donde se ha colocado el sellador.

4) Por su contenido de fluoruros: Helioseal-F (Ivoclarvivadent)

Según la teoría, si se colocan selladores con fluoruros, se producirá un reservorio de fluoruros y habrá más posibilidades de liberación de fluoruro a largo plazo, lo que les brinda a los selladores mayor ventaja preventiva. Pero la liberación de fluoruro es de tan corta duración que

es poco probable que los selladores con fluoruro reduzcan más los niveles de caries dental comparándolos con los que no contienen fluoruro. Estudios^{12,15} han demostrado que tienen niveles de retención comparables a los selladores sin fluoruro, y que reducen la incidencia de caries en niveles similares

5) Ionómeros de vidrio: Vitremer (3M-Espe), Ketac Bond (3M-Espe), Fuji III (GC).³

Los selladores de foseas y fisuras que se utilizan con mayor frecuencia son los formados a base de resina, que según su presentación y composición presentan diferentes características y comportamiento en el medio bucal.

En este sentido, las resinas compuestas por dimetacrilatos Bis-GMA (bisfenolglicidilmetacrilato), TEDGMA (trietilenglicoldimetacrilato) y UDMA (dimetacrilato de uretano)¹⁶ se reconocen como los materiales más efectivos para el sellado de foseas y fisuras en virtud a su viscosidad relativamente baja, al presentarse unidas partículas como BISGMA+TEGDMA, misma que les permite humedecer y penetrar la superficie adamantina, llenando fácilmente los intersticios microscópicos creados por la acción del ácido grabador¹⁷; además de ser hidrofóbicos y proveer buena resistencia mecánica.¹⁶

- Sellador de foseas y fisuras a base de BIS-GMA:
Esta resina fue desarrollada por Bowen; es una molécula orgánica polimérica con menores cambios dimensionales que los sistemas utilizados anteriormente. Llamada bisfenol A glicidildimetacrilato (BIS-GMA). La resina compuesta está formada por una mezcla de material orgánico y material inorgánico.

Una variante en la presentación de las resinas son los selladores de foseas y fisuras, que se usan como medida preventiva para cubrir depresiones anatómicas.

Van unidos a la superficie oclusal del diente, donde más fácilmente se inicia la caries. Para su uso, se requiere del grabado ácido del esmalte. Los hay auto y fotopolimerizables.¹⁸

Las resinas y selladores a base de BIS-GMA son insolubles, estéticas, biocompatibilidad aceptable,¹³ compatibles con sistemas de adhesión a esmalte y dentina, aunque se contraen al polimerizarse; las fotopolimerizables requieren equipo especial para su polimerización.^{11, 19}

- Sellador de foseas y fisuras a base de dimetacrilato de uretano (UDMA):

Poseen menor viscosidad y mayor flexibilidad, lo que mejora la resistencia de las resinas.¹³

- Sellador de foseas y fisuras a base de TEGDMA:

El TEGDMA se utiliza normalmente en conjunto con el BIS-GMA o UDMA ya que su alta flexibilidad compensa la rigidez de los anteriores. Con esta mezcla se proporcionan así resinas con un mayor grado de conversión, pero se reduce así la resistencia flexural del polímero resultante.¹⁶

Son los que presentan mayor sorción acuosa de todos los dimetacrilatos.^{16,20,21.}

Además de los selladores compuestos de BISGMA, TEGDMA y UDMA, se incluyen también los selladores a base de GDPM, un monómero adhesivo a base de Glicidil Fosfato Dimetacrilato, que al igual que los dimetacrilatos mencionados anteriormente, presenta polímeros en forma de cadenas cruzadas, brindándole así una

excelente resistencia mecánica e hidrofobicidad, lo que lo hace limitadamente soluble en agua.¹⁶ El GDPM utiliza un grupo de fosfato funcional que forma un enlace con el ion de calcio de la dentina y esmalte, creando una unión tenaz duradera. El monómero GDPM actúa como un acoplador con un grupo de fosfato ácido que graba la estructura dental y se adhiere químicamente a los iones de calcio de la superficie del diente. En la molécula dos grupos funcionales de metacrilato GDPM crean copolimerización con otros monómeros de metacrilato en el adhesivo, lo que aumenta la densidad de la unión cruzada y mejora la resistencia mecánica del adhesivo polimerizado.²²

3.3 Desgaste de los selladores de fasetas y fisuras

Las resinas y selladores de fasetas y fisuras, así como todo material que se encuentre en la cavidad oral, están sujetos a una gran variedad de factores que pueden alterar la calidad de la superficie. Entre otros factores, los materiales restauradores se ven afectados por procesos químicos y físicos.²³

La importancia clínica de la dureza de superficie en materiales restauradores se divide en dos partes: Primero, la influencia en la apariencia estética de la restauración, como cambio de color y desgaste, que pueden ser reconocidos tanto por el dentista como por el paciente, y segundo, las consecuencias biológicas a las que el desgaste lleva, como reincidencia de caries y enfermedad periodontal. Algunos factores, incluyendo la abrasión por el cepillado dental y la erosión ácida, a los que nos enfocaremos debido a que son estudio de esta tesis, los cuales contribuyen a la desintegración de los materiales dentales.²³

Es importante conocer primero qué es el desgaste, que según Lambrechts et al²⁴, es la interrelación de los siguientes procesos:

- Abrasión de dos cuerpos:
En la que las superficies tienen contacto directo entre sí, y durante el movimiento, el contacto de sus asperezas lleva a la deformación o fractura.
- Abrasión de tres cuerpos: Entre los cuerpos a abrasionar existe una interfase de partículas abrasionadoras. La presión entre las superficies se transfiere a las partículas que cortan entonces las asperezas. Este tipo de desgaste ocurre durante la masticación.
- Desgaste por fatiga:
El movimiento de algunas de las moléculas de la superficie es transferido a la subsuperficie causando ruptura de las uniones intermoleculares llevando a una zona de daño subsuperficial, en la que se forman microfracturas con el posterior colapso de la superficie y la pérdida de el fragmento de material.
- Desgaste químico (erosión dental).
Aunque no es un proceso de desgaste por sí mismo, durante este proceso se debilitan los lazos inter moleculares de la superficie, y por lo tanto se potencializan los otros procesos de desgaste.
- Desgaste adhesivo:
Ocurre cuando hay gran atracción entre las superficies causando soldadura en frío entre las asperezas. Con el movimiento, estas micro soldaduras se fracturan, pero no en su línea de fusión original. El resultado final es que placas de una superficie quedan en la superficie contraria.²⁵

3.3.1 Abrasión

Según Mandikos et al.²⁶, el desgaste abrasivo ocurre cuando superficies de diferentes durezas contactan una sobre otra y se produce un roce, haciendo que el material más duro “corte” al de menor dureza, produciendo pérdida de la superficie de éste²⁶, por lo que puede definirse como el desgaste de una sustancia, tal como el esmalte, la dentina o un material restaurador causado por un proceso mecánico.²⁷ La abrasión se puede entender también como el desgaste que sufre la materia cuando es sometida a fricción, rozamiento o golpeteo¹⁸, procesos que ocurren durante la masticación.

Un hallazgo en composites abrasionados es que éstos se desgastan en dos fases: primero, una micro abrasión del polímero ocurre bajo condiciones de estrés y la acción de alimentos abrasivos, causando que las partículas de relleno sean expuestas, y por lo tanto, que sean sujetas a estrés mecánico, llevando a la segunda fase, que es el desalojo de las partículas.²⁸

Mientras que el cepillado con pastas fluoradas ayuda a disminuir la incidencia de caries, el uso frecuente de procedimientos profilácticos en casa tiene efectos indeseables, como llevar a la rugosidad de la superficie del material restaurativo y tejidos duros del diente, provocando un mayor crecimiento bacteriano, aumentando el desgaste y cambio de color de las restauraciones.²⁹

Se entiende, por lo tanto, que el sistema de relleno (cantidad de relleno, tamaño de las partículas y

distribución de las mismas) de un composite juega un papel importante en las propiedades mecánicas y físicas del mismo. Al aumentar la cantidad de relleno de un composite, se le da a éste una mayor dureza, y por lo tanto una mayor resistencia a la abrasión. Al utilizar microrelleno en lugar de macrorelleno se aumenta la resistencia a la abrasión por cepillado, así como a la erosión ácida. Por lo tanto, la resistencia al desgaste se ve aumentada con mayor cantidad de relleno, partícula de relleno de menor tamaño y con una carga mayor de partícula.^{30,31}

Con los composites existe una creciente preocupación de que además de la degradación de los componentes del monómero, partículas de micro y nano relleno de las resinas compuestas son abrasionadas, ingeridas, inhaladas o acumuladas en los tejidos y pueden ser ligadas a enfermedades del riñón, hígado e intestino.^{32,33} A su vez, resultados de simulaciones de abrasión han demostrado que la mayoría de las partículas que son desintegradas durante procesos de atrición y abrasión tienen un diámetro menor a 100 micras, por lo que también pueden pasar a los pulmones y tracto intestinal. Sin embargo, los materiales inhalados o ingeridos que son producidos como resultado de la abrasión no alcanzan niveles que puedan producir efectos tóxicos subcrónicos o mutagénicos.³⁴

Como consecuencias biológicas de la abrasión en el sistema estomatognático, se mencionan: dolor en la articulación temporomandibular, elongación del diente

antagonista, pérdida del ligamento periodontal e inclinación y movimiento de los dientes adyacentes³⁵, además de la importancia clínica de una superficie abrasionada, que puede asociarse con inadecuada estética o restricciones funcionales³⁴.

Por lo tanto, además de las características y composición del material de relleno, los factores que afectan el índice de abrasión en la cavidad oral son:

- Posición del diente en la arcada: Una localización más distal de la restauración tendrá un índice de desgaste mayor.³⁶
- Naturaleza abrasiva de la comida: Una mayor diferencia de dureza entre el abrasivo y el sustrato permite un mayor desgaste de la superficie del sustrato.^{36,37,38}
- Forma del abrasivo: Formas más agudas e irregulares del abrasivo desgastarán más rápido y producirán indentaciones más profundas, en comparación con las puntas redondeadas.³⁶
- Velocidad: A mayor velocidad con que el abrasivo viaje a través de la superficie del sustrato, mayor será el grado de abrasión.³⁶
- Fuerza Neuromuscular: A mayor presión aplicada, el desgaste será más rápido.^{36,37,38}
- Temperatura: A mayor temperatura, el desgaste será mayor.
- Lubricación: Los lubricantes son usados con dos objetivos: evitar el incremento en la temperatura y

limpiar los restos del material que se desprenden por el desgaste.³⁶

- Hábitos Parafuncionales.

La abrasión por cepillado puede ocurrir en cualquier superficie expuesta del diente, y por lo tanto, cualquier superficie del material restaurativo en boca,²⁹ pero se observa con mayor frecuencia en las superficies vestibulares²⁶ existe solo un estudio que ha analizado la abrasión interproximal, en el que se encontró que ésta es mayor en molares que en premolares e incluso mayor que el desgaste producido en la superficie oclusal por la abrasión, aunque no llega a producir contactos interproximales abiertos. Sin embargo, el desgaste es mayor en la superficie oclusal de contacto que en la superficie libre de contacto.³⁴ La extensión y severidad de la abrasión ha llevado a los investigadores a desarrollar aparatos simuladores de abrasión para evaluar la resistencia a la abrasión de los materiales restauradores.

Los aparatos para simular la abrasión deben imitar los procesos que ocurren en la cavidad oral durante la masticación, tomando en cuenta el tipo de fuerza, tiempo de contacto, movimiento o trayectoria que recorre, etc., tomando en cuenta que la abrasión in vitro es mucho mas rápida que en vivo, ya que en este último, la saliva protege al esmalte y materiales restauradores de la abrasión y atrición por su función lubricante, formadora de película y mantenedora de pH constante. Existen dos tipos de procesos cuando se habla de simuladores de

abrasión: los procesos generadores de abrasión y los que cuantifican la abrasión.

Los requerimientos del simulador de abrasión para ser confiable son: alta exactitud en la fuerza y frecuencia, alta precisión en resultados, longevidad de sus componentes y bajo tiempo de mantenimiento.

En los simuladores de abrasión es importante considerar los factores que influyen la abrasión en composites. Algunos de estos factores son:

- Superficie de la muestra
- Especimen plano contra muestra estandarizada (coronas): algunos estudios demuestran diferencia significativa entre los anteriores, siendo mucho mayor la abrasión en muestras lisas y planas.
- Número de muestras: Muchos simuladores de abrasión limitan la prueba al número de espacios o cámaras de prueba.
- Almacenamiento previo a la prueba: El almacenamiento en agua puede alterar los resultados, dando mayor, menor o igual abrasión.
- Fuerza de carga: Una carga mayor produce una abrasión mayor, aunque este aumento no es lineal.
- Tamaño y forma de la punta abrasionadora: Una punta filosa produce una mayor abrasión que una de punta redondeada, ya que la última proporciona una mayor área de superficie de contacto.
- Material de la punta: Algunos aparatos utilizan esmalte como abrasionador, aunque puede ser de

diferentes materiales, ya que en el esmalte se pueden producir variaciones como diferencias en las cúspides, contenido de fluoruro en la superficie externa y la cantidad de esmalte aprismático. Otras puntas pueden ser de silicato de magnesio, material cerámico, plástico, etc.

- Movimiento sobre la muestra: Es importante considerarlo ya que produce microfátiga en el material a estudiar.
- Aumento o descenso en la velocidad: Esta tiene importancia ya que la velocidad con que se golpea la superficie de la muestra puede crear un impulso que varía con el aumento o descenso de la velocidad.
- Termociclado: (5°C/55°C): Puede aumentar, disminuir o mantener constante la abrasión, dependiendo del material que se esté probando. Además, un cambio constante en el agua remueve las partículas abrasionadas de la interfase entre la punta abrasionadora y el material, haciendo que el material abrasionado no actúe como abrasivo.
- Número de ciclos: La abrasión aumenta con el número de ciclos, en una relación lineal con éstos.
- Medio abrasivo.

Entre más variable se consideren, es más compleja la validación del proceso de abrasión, por lo que parece razonable incluir sólo un movimiento lateral y vertical, generado por una fuerza controlada y la utilización de un medio abrasivo que pueda ser reproducible.³⁴

3.3.2 Erosión

El desgaste de un material restaurador involucra diferentes procesos como la abrasión, erosión, adhesión y fatiga, que pueden no ser independientes, sino interactuar entre ellos.³⁸ Se entiende, por lo tanto, que la susceptibilidad a la abrasión incrementa con la presencia de erosión, que se entiende como el desgaste de una estructura por la presencia de un ácido, en la superficie del diente, o la degradación de un material por su ambiente.⁴⁰ La erosión se traduce en el debilitamiento de la estructura dental. En la cavidad oral, los materiales restauradores son inmersos en soluciones acuosas y observaciones clínicas han demostrado que aquellos sufren continua erosión. La erosión ácida, en particular, es de importancia clínica ya que condiciones ácidas pueden ocurrir por la ingesta de alimentos ácidos o por la degradación de polisacáridos a ácidos en la boca.⁴¹

Es importante analizar la erosión ácida por el alto consumo de bebidas ácidas, como refrescos, ingesta de alimentos y golosinas ricas en azúcares fermentables; así como por hábitos alimenticios, regurgitación de ácidos estomacales y enfermedad de reflujo esofágico, entre otros factores.²⁷

Se han utilizado aparatos para realizar experimentos in vitro para reproducir el tipo de erosión que se encuentra en vivo, pero en un periodo de tiempo reducido.⁴⁰ Hay por lo menos tres métodos utilizados para evaluar la erosión en materiales dentales: uno, el método gravimétrico, el segundo, medir el peso residual de una solución en la que el material ha sido inmerso, después de evaporar el

agua y el último, medir la pérdida de grosor en el material erosionado. Otro método, propuesto por Walls et al.⁴² fue someter a los materiales a un método de erosión por ciclos, sumergiendo al espécimen en lactato de sodio, ácido láctico y agua destilada, éste último para remover los restos disueltos de la superficie. Después de todos éstos, se han creado combinaciones y variaciones de los métodos antiguos para evaluar la erosión.⁴¹

Otro método que es importante mencionar debido a que es estudio de esta tesis es el basado en la norma 96 de la ADA⁴³. En éste se utiliza el “Erosionador ácido”. Este aparato está diseñado para mantener un flujo constante de 120 ml/min \pm 4 ml/min de ácido láctico sobre la superficie de las muestras a tratar en 8 salidas de inyección. Las muestras son soportadas en 8 agujeros en una barra de plástico, de manera que cada uno de los especímenes se encontraban a una distancia de 10 mm \pm .2 mm debajo de la salida de inyección correspondiente. La temperatura se mantiene constante a 22 \pm 2°C.⁴⁴

Las soluciones ácidas con valores de pH bajos son capaces de disolver mayores concentraciones de iones calcio y fosfato del esmalte dental. Por lo tanto, soluciones con niveles de pH entre 2 y 4 pueden incrementar el reblandecimiento y pérdida de esmalte hasta varios micrómetros.²⁵

3.3.3 Relación entre abrasión y erosión

En la pérdida de sustancia, se ha encontrado una relación entre el cepillado dental y la erosión ácida, ya que el sellador de foseas y fisuras debilitado por la erosión es altamente inestable y es fácilmente removido por acción física corta y relativamente suave.⁴⁵

Es por lo tanto, importante, someter a los selladores de foseas y fisuras a diferentes pruebas para así poder evaluar su duración y efectividad.

Algunas de estas pruebas son:

- Microfiltración
- Resistencia flexural
- Resistencia a la abrasión por cepillado
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la erosión ácida.

La magnitud de desgaste por abrasión se traduce como rugosidad, la cual se mide con perfilometría de manera cuantitativa. En esta técnica se utiliza un aparato, el perfilómetro, que consta de un vástago con una punta de diamante que escanea una línea en la superficie de la muestra. Esta técnica fue utilizada por primera vez en investigación dental en 1972 para estudiar la abrasión de dentina causada por diferentes pastas dentales. La perfilometría se ha utilizado también para estudiar el desgaste por erosión.⁴⁵

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si bien es cierto que el sellado de foseetas y fisuras es una medida ampliamente utilizada para la prevención de la caries dental, los selladores que se utilizan no siempre presentan la misma resistencia a variables bucales propias del medio como pH, solubilidad de la saliva, abrasión y erosión ácida, lo que se traduce en una menor duración, microfiltración y fractura en boca en el paciente pediátrico.

La razón de lo anterior puede deberse a la composición de la partícula de cada uno de los selladores y es evidente que cada material tiene diferentes ventajas y comportamientos ante diversas pruebas físicas y mecánicas, por lo tanto, el estudio se sustentó sobre el cuestionamiento sobre:

¿Cuál de los selladores de foseetas y fisuras, a base de UDMA, BIS-GMA o GDPM es el material que ofrece el mejor comportamiento ante pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida?

5. JUSTIFICACIÓN

Los selladores de fasetas y fisuras que se utilizan con más frecuencia son los formados a base de resina, mismos que al encontrarse en la superficie oclusal del diente se ven sujetos a fuerzas y desgastes debido a la masticación y el cepillado o debido incluso a el pH del medio bucal determinado bien por enfermedades sistémicas o por el tipo de alimentación. Lo anterior constituye un proceso muy complejo que puede resultar en la pérdida de forma, incremento de la rugosidad, pigmentación y retención de placa, lo que repercute en los selladores de fasetas y fisuras, en perder condiciones de su poder de prevención, por lo que la evaluación de las propiedades mecánicas de los selladores de fasetas y fisuras se hace necesaria para conocer así sus comportamientos y limitaciones, de este modo, las pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida in vitro son válidas para obtener datos comparativos sobre la resistencia a la abrasión y erosión de los selladores compuestos por resina mencionados anteriormente, al simular estas pruebas, las condiciones presentes en la cavidad bucal, con técnicas que permiten obtener resultados rápidos y confiables al ser estas estandarizadas y controladas.

6. HIPÓTESIS

H_{01}

No existen diferencias estadísticamente significativas de pérdida de superficie o de grado de rugosidad entre los selladores a base de resina compuestos por BIS-GMA, UDMA o GDPM sometidos a pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida.

H_0

Existen diferencias estadísticamente significativas de grado de rugosidad o de pérdida de superficie entre los selladores a base de resina compuestos por BIS-GMA, UDMA o GDPM sometidos a pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida.

7. OBJETIVOS:

7.1 General

Determinar el cambio en la rugosidad con perfilometría y grado de erosión como pérdida de superficie con profundimetría de los selladores de fasetas y fisuras compuestos de BISGMA, UDMA y GDPM sometidos a pruebas de abrasión por cepillado y erosión ácida.

7.2 Específicos

1. Determinar el cambio en la rugosidad con perfilometría producida en las muestras de selladores de resina a base de BISGMA, UDMA y GDPM sometidas a la prueba de abrasión por cepillado.
2. Determinar la tasa de erosión en pérdida de superficie con tornillo micrométrico producida en las muestras de selladores de resina a base de BISGMA, UDMA y GDPM sometidas a la prueba de erosión ácida.
3. Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas de pérdida de superficie y cambio en la rugosidad entre los selladores de resina a base de BISGMA, UDMA y GDPM sometidos a la prueba de abrasión por cepillado y erosión ácida.

8. METODOLOGÍA

8.1 MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología para observar el comportamiento de las variables abrasión por cepillado y erosión ácida en los selladores de fasetas y fisuras de BISGMA, GDPM y UDMA.

Para determinar la abrasión se utilizaron tres tipos de resinas comerciales; Clinpro (3M ESPE), GrandioSeal (Voco) y DyadFlow (Kerr) y una experimental a base de UDMA.

Se conformaron 40 muestras de sellador en forma de disco (10 por cada tipo de sellador) con un diámetro de 10mm y un espesor ajustado a 1.5mm, en un molde de acero inoxidable,(Fig. 1) en donde se colocó aceite de silicón para evitar que se pegue el sellador al molde. (Fig. 2)



Fig. 1 Molde de acero inoxidable para la elaboración de muestras para la prueba de abrasión. Fuente: directa.



Fig. 2 Colocación de aceite de silicón en el molde. Fuente: directa.

Después se rellenó en una sola intención con el sellador, evitando la formación de burbujas.(Fig. 3 y 4)

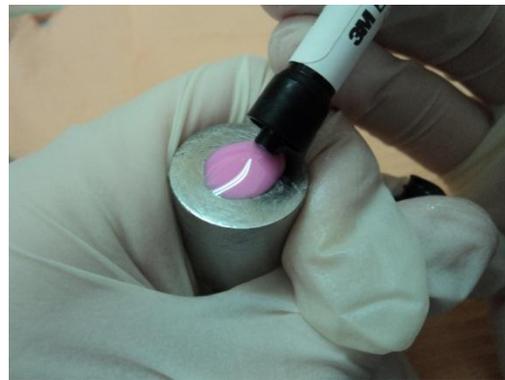


Fig.3 y 4 Colocación del sellador de foseas y fisuras en el molde de acero inoxidable. Fuente: directa.

Por encima se colocó cinta mylar para evitar la inhibición por oxígeno y junto con la loseta de vidrio se consiguió una superficie lisa y tersa.

Se polimerizó con lámpara defotocuradobluephase C8, Ivoclarvivadent (Fig. 5) en cinco exposiciones de 15 segundos solo en la cara superficial, (Fig. 6) con previa confirmación en el radiómetro de la intensidad lumínica de la lámpara.(Fig. 7) Procedimiento que se llevó a cabo cada 10 muestras.

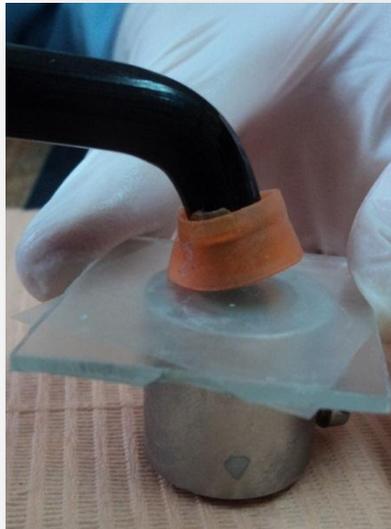


Fig. 5 Polimerización de la muestra con previa colocación de la cinta mylar y vidrio. Fuente: directa.

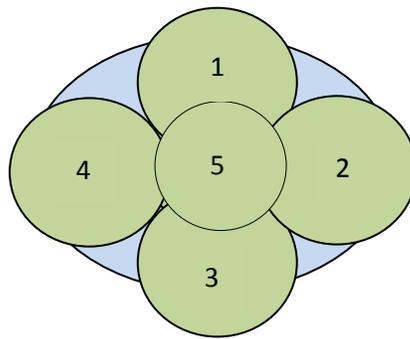


Fig. 6 Zonas de polimerización.



Fig. 7 Radiómetro Demetron. Fuente: directa.



Fig. 9 Bases de acrílico. Fuente: directa.



Fig. 10 Bases de acrílico de 20 X 7 mm. Fuente: directa.



Fig. 11 Pulidor metalográfico. Fuente: directa.

Las muestras de sellador de foseetas y fisuras se fijaron sobre las bases de acrílico con un adhesivo a base de sianocrilato, respetando el color para cada uno de los grupos.(Fig. 12)

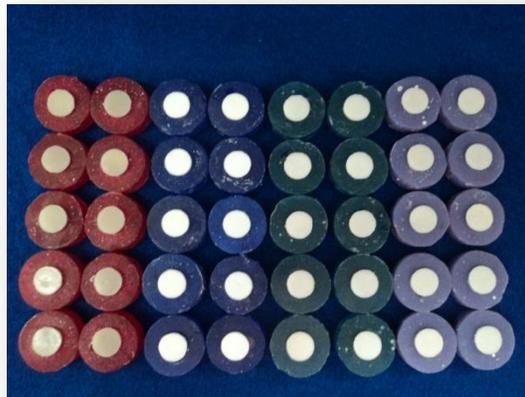


Fig. 12 Muestras de selladores de foseetas y fisuras sobre las bases de acrílico. Fuente: directa.

Sobre la superficie de cada muestra se realizó un pulido con papel abrasivo Fandelli, México, grano 1500 y 2000 en un pulidor

metalográfico (Bruehler, USA) hasta obtener una superficie lisa, tersa, brillante y sin burbujas en la superficie.(Fig. 13)

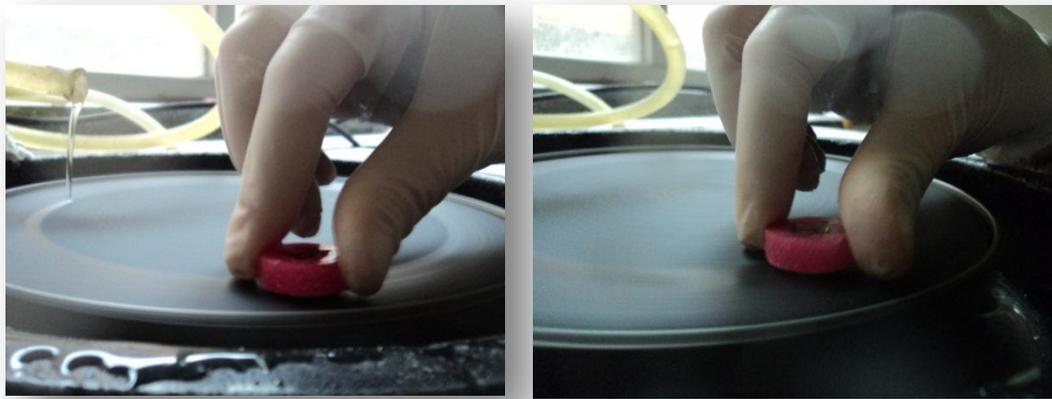


Fig. 13 Pulido metalográfico, con lijas 1500 y 2000. Fuente: directa.

Se evaluó la rugosidad de superficie de cada especimen con el perfilómetro y se registró la rugosidad inicial (RaX), con la previa verificación del funcionamiento correcto del aparato con la mesa metálica. (Fig.14)

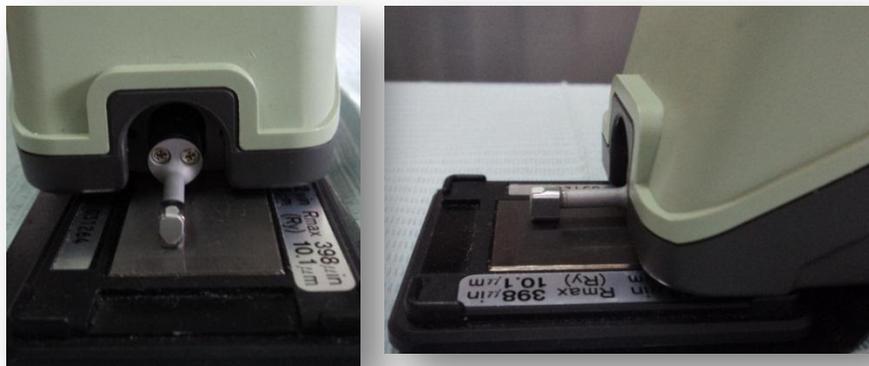


Fig. 14 Verificación del funcionamiento del perfilómetro con la mesa metálica. Fuente: directa.

Se prepararon cepillos Oral B Clásico suave 40, cortados, todos de la misma manera, para adaptarlos así al aparato de abrasión. (Fig. 15)



Fig. 15 Cepillos Oral B adaptados para el aparato de abrasión. Fuente: directa.

Las muestras se colocaron en un disco de acrílico, este disco se encuentra dentro del aparato de abrasión. El disco de acrílico va conectado a un motor que gira a una frecuencia de 1 Hz, a 1 revolución por segundo y este quedó sumergido en la parte inferior en agua.

Las muestras de sellador estuvieron en contacto con el cepillo en cada ciclo y el cepillo se sostuvo en contra del disco con una carga constante aproximada de 100g, medidos con un báscula Noval.(Fig. 16) Cada ciclo, las muestras se empaparon nuevamente con agua.(Fig. 17) Cada muestra fue sometida a un proceso de 48 min, es decir, 2880 s, o lo equivalente a 5760 cepilladas.(Fig. 18.)



Fig. 16

Báscula Noval, midiendo la carga del cepillo. Fuente: directa.

Fig. 17

Aparato de abrasión por cepillado. Fuente: directa.

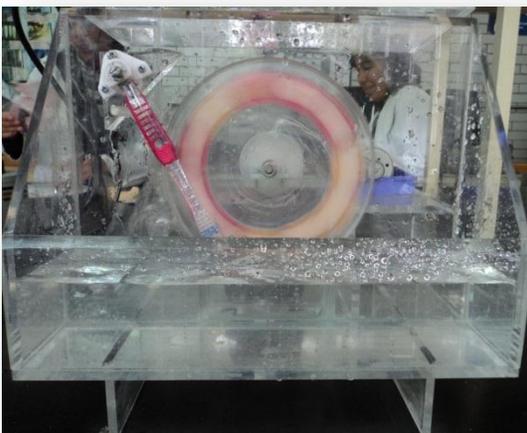


Fig. 18

Cepillado por el aparato de abrasión. Fuente: directa.

Después del cepillado cada muestra se volvió a evaluar en el perfilómetro y se registra la rugosidad final (RaY) .¹⁸

Erosión ácida:

Se utilizaron tres marcas de selladores de fasetas y fisuras comerciales (ClinproSealant de 3M ESPE -BISGMA unido a TEGDMA, GrandioSeal de Voco -BISGMA unido a TEGDMA- . y DyadFlow de Kerr . -GDPM-) y una experimental a base de UDMA. (Fig. 19)



Fig. 19 Selladores comerciales que se utilizaron en las pruebas de abrasión y erosión ácida. Fuente: directa.

Se conformaron 24 muestras de sellador en forma de disco de 4mm. de diámetro * 1.5 mm.de espesor en moldes de acero inoxidable (Fig. 20) (6 de cada sellador) a una temperatura de 22+-2°C y humedad relativa de y 55+-5%.



Fig.20 Moldes de acero inoxidable para la preparación de muestras de erosión ácida, con muestras obtenidas. Fuente: directa.

A estos moldes se les modificó la profundidad, utilizando un cilindro de acero inoxidable de 4 mm.y ajustándolo a la profundidad de 1.5 mm.(Fig. 21)



Fig. 21 Molde de acero inoxidable para la elaboración de muestras para la prueba de erosión ácida, con cilindro de acero inoxidable para controlar el espesor en la fabricación de las muestras. Fuente: directa.

Estos moldes se ajustaron a una profundidad de 1.5 mm con un vernier Mitutoyo (Fig.22) y se les colocó aceite de silicón como separador. (Fig. 23)



Fig.22Vernier digital Mitutoyo.

Fuente: directa.

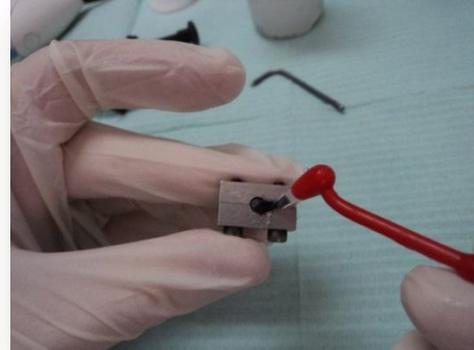


Fig. 23Colocación de aceite de silicón en los moldes. Fuente: directa.

Se conformaron las muestras en una sola intención, colocando el sellador de foseas y fisuras, evitando el atrapamiento de burbujas en el conformador de muestras. (Fig. 24 y 25) Por encima se le colocó una cinta mylar y una loseta de vidrio para lograr así una superficie lisa y tersa. (Fig. 26)



Fig. 24, 25 Colocación de los selladores en los moldes para muestras de erosión.
Fuente: directa.

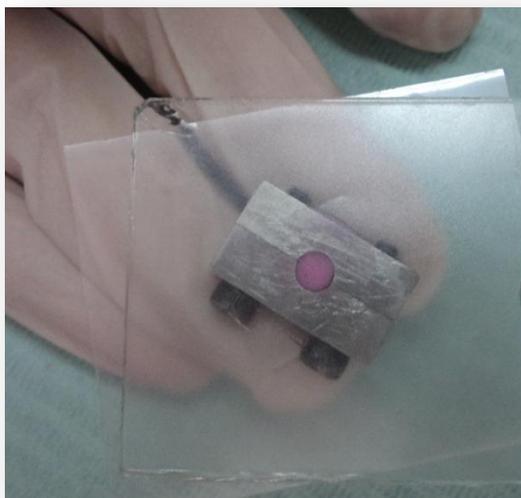


Fig. 26 Colocación de cinta Mylar y loseta vidrio para lograr una superficie lisa y tersa. Fuente: directa.

Se polimerizó con lámpara de fotocurado bluephase C8 (Ivoclarvivadent) con una intensidad de curado de 650 mW/cm^2 en una sola exposición por el tiempo indicado por el fabricante.(Fig. 27)

Se determinó la intensidad de curado de la luz irradiada por la lámpara con un radiómetro DemetronResearch Corp. (Fig. 28)

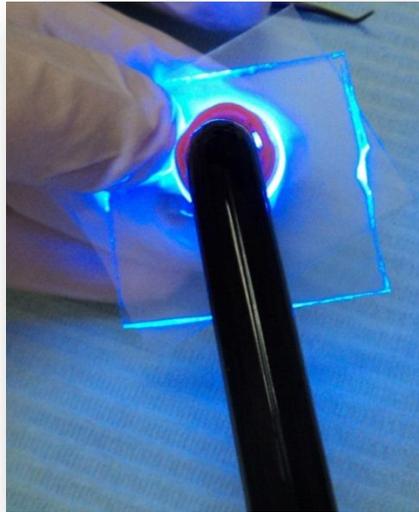


Fig. 27 Fotopolimerización de la muestra. Fuente: directa.



Fig. 28 Se monitoreó la intensidad de la luz de la lámpara en el radiómetro. Fuente: directa.



Fig. 29 Equipo necesario para la fotopolimerización. Fuente: directa.

Se quitaron la loseta y la cinta mylar y se abrió el molde para obtener las muestras, (Fig. 30) que fueron realizadas 24 horas antes de realizarse la prueba y almacenadas en agua desionizada a una temperatura de 37°C.



Fig. 30 Muestra después de salir del molde para ser almacenada en el horno con control de temperatura. Fuente: directa.

Se vertieron lentamente 14.95 gr. de ácido láctico (Fig. 33), previamente pesados con la balanza analítica (Fig.34), y se dejó reposar por 15 minutos.



Fig. 33. Ácido láctico, 85%. Fuente: directa.



Fig. 34 Balanza analítica utilizada para pesar el ácido láctico. Fuente: directa.

Se determinó el pH con el medidor Oakton. (Fig. 35)



Fig.35 Medidor de potencial de hidrógeno Oakton. Fuente: directa.

Se estabilizó el pH a 2.7 ± 0.01 con buffers: hidróxido de sodio 1 mol. o en su caso, con ácido clorhídrico 1 mol. (Fig. 36)



Fig. 36 Medidor de pH en la solución de ácido láctico para ajustar ésta a un pH de 2.7 ± 0.01 . Fuente: directa.

Se utilizó un aparato, “Erosionador ácido”, construido de acuerdo a la norma 96 de la ADA. Este aparato está diseñado para mantener un flujo constante de ácido láctico sobre la superficie de las muestras a tratar. Se mantuvo un flujo constante, de $120 \text{ ml/min} \pm 4 \text{ ml/min}$, que se ajustó variando la altura de la cabeza del aparato. El aparato está construido con vidrio de borosilicato y plásticos que llevan o permiten el transporte del líquido. (Fig. 37)

Las muestras fueron soportadas en 8 agujeros en una barra de plástico, de manera que cada uno de los especímenes se encontraban a una distancia de $10 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ debajo de la salida correspondiente. (Fig. 38) La temperatura se mantuvo constante, a aproximadamente $22 \pm 2^\circ\text{C}$, para lograrlo se colocó papel plástico adherente alrededor de todo el aparato.

El flujo se mantuvo sobre las muestras por 48 horas, con mediciones a los 24 y 48 horas para evaluar los cambios.



Fig. 37 Aparato Erosionador ácido, de acuerdo a la norma 96 de la ADA.
Fuente: directa.



Fig. 38 Salida del fluido sobre cada una de las muestras. Fuente: directa.

Se midió el desgaste en las muestras por medio de un tornillo micrométrico con las zonas de contacto de medición de áreas finas en cinco diferentes puntos: al centro y cuatro puntos a la periferia. (Fig. 39)



Fig. 39 Tornillo micrométrico Mitutoyo. Fuente: directa.



Fig.40 Muestras erosionadas. Fuente: directa.

Se realizó el análisis estadístico de ANOVA y de Tukey para determinar si existieron diferencias significativas.

La investigación realizada está de acuerdo con las políticas de la Facultad de Odontología, así como con las normas que rigen cada uno de los materiales a utilizar, de acuerdo con los recursos y necesidades de la institución.

8.2 TIPO DE ESTUDIO

Se llevó a cabo una investigación de tipo experimental.

8.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se estudiaron 10 muestras de sellador de 10x2 mm. de cada uno de los tipos de resina (GDPM, BIS-GMA y UDMA) para la prueba de abrasión por cepillado, siendo un total de 30 muestras de sellador para esta prueba y 6 muestras de 4x2 mm. de cada tipo de resina para la prueba de erosión ácida.

8.4 MUESTRA

Se elaboraron un total de 48, 30 de 10x4 mm y 18 de 4x2 mm.

8.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Muestras de 10x2 y de 4x2 mm.
- Superficie lisa
- Superficie brillante, tersa y uniforme

8.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Muestras con presencia de Burbujas
- Presencia de desniveles
- Montaje incorrecto en el acrílico
- Fracturas en la superficie de la muestra

8.7 VARIABLES DE ESTUDIO

A) Tipo de selladores: Un sellador de foseas y fisuras es un material a base de resina fluida que se utiliza en foseas y fisuras dentales para evitar el acúmulo de material orgánico y así prevenir la aparición de caries.

1. GDPM.
2. BIS-GMA
3. UDMA

Se clasifica el tipo de resina de acuerdo a la información del fabricante y a la formulación del sellador experimental.

B) Prueba de abrasión por cepillado: Prueba de laboratorio que se utiliza para simular la abrasión por fuerzas mecánicas en boca, como el cepillado.

Se midió en micras.

C) Prueba de erosión ácida: Prueba de laboratorio que se utiliza para simular el desgaste por ácidos presentes en la cavidad bucal.

Se midió en mm/min.

8.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS

En este estudio no se utilizaron sustancias ni reactivos peligrosos ni se experimentó en humanos o animales-de tal forma que no se requiere de consentimiento por escrito o restricciones para el manejo o desecho del material. ⁴⁶

8.9 RECURSOS

Humanos

- ✓ Personal del Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación.
- ✓ Tesista

Materiales y Equipo

- Aceite de silicón GV. No. 2014, 3137 Nacional.
- Pincel
- Agua desionizada
- Cinta Mylar
- Sellador experimental a base de UDMA.
- Sellador a base de BISGMA Clinpro Sealant, 3M ESPE, Germany, lote N391285, No. Serie 70-2010-3146-8.
- Sellador a base de BISGMA Grandioseal, Voco, Germany, lote 1226534.
- Sellador a base de GDPM: Dyad Flow, items 34384 y 34385.
- Ácido láctico 85%, L.T. Baker, Japón, Lote: E15H14, 081805. CasNo. 50-21-5.
- Ácido clorhídrico 36.5-38%., L.T. Baker, Japón, Lote: T34C05, 111097, CasNo. 7647-01-0.
- Hidróxido de sodio 1Molar, Carlos Alvarez, México, 281009, CAG/TBK.
- Cepillos dentales Oral B suave 40.
- Petrolato
- Polimetilmetacrilato polimerizable de colores. (NicTone MDC Dental)
- Lijas de agua Fandeli Mex. Grano 1500 y 2000.
- Película plástica autoadherente Kleen-Pack.

- Moldes de forma cilíndrica de acero inoxidable con diámetro de 15 mm y profundidad variable.
- Moldes de forma cilíndrica de acero inoxidable fabricados a un diámetro de 4 mm. y una profundidad de 1.5 mm.
- Espátula para resinas Hu-Friedy de Nitruro de titanio.
- Espátula de cementos
- Loseta de vidrio
- Lentes de protección
- Lámpara de fotopolimerizar bluephase C8, Ivoclar vivadent., Austria, No. serie 703115.
- Vernier digital Mitutoyo Absolut Digimatic Caliber, Mitutoyo Corporation, Japan. No.Serie: 05465848.
- Micromotor MDC Dental III.Korea. No serie. 690032.
- Radiómetro Demetron, Demetron Research corp., Modelo 100. USA.No serie. 114632.
- Estufa Horno Felisa
- Perfilómetro Mitutoyo Surfptest. Mitutoyo Corporation. Japan. 547-217.
- Agitador magnético Basrnstead/Thermolyne, CIMAREC, 120 V, USA., No serie.1313060785902.
- Balanza contadora BBI-31, BOECO, Germany.
- Tornillo micrométrico Mitutoyo.Mitutoyo Corporation. Japan, No. 342-351.
- Termómetro Brannan
- Calentador para acuario Azul 100W, México, No. Serie 45367-0
- Regulador de Voltaje Variable Autotransformer, Staco Energy Products Co., USA, Model 3PN 101013.

- Cronómetro SPER Scientific, Hong Kong, Date: 06099695-02, Product: 810012.
- Estroboscopio General Radio Company USA., No. Serie:117825.
- Medidor de potencial de hidrógeno Oakton, Instrumentos científicos Equipar, Singapore, No. Serie: 261756.
- Pulidor metalográfico BRUEHLER, USA.
- Moldes de PVC con diámetro interno de 20 mm y 7 mm de profundidad.
- Máquina para simular el cepillado modificada de da Costa por el Dr. Barceló.
- Aparato de erosión ácida, de acuerdo a la norma 96 de la ADA.
- Báscula Noval, China. Serie: MH-500.

Financieros

Se contó con el apoyo del laboratorio de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología, donde se utilizó todo lo necesario para realizar las pruebas. Los gastos propios de las pruebas fueron soportados por la tesista y el proyecto PAPIIT IN119411 de DGAPA, así como por las casas comerciales.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo para cada una de las variables involucradas y con la finalidad de comparar las medias entre los grupos se utilizó la prueba de ANOVA así como la prueba de Tukey para determinar el grupo en el que se encuentran las diferencias a un nivel de confianza del 95%.

9. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Abrasión

En la tabla 1 se muestran los promedios de la prueba de abrasión. Así como en la gráfica 1, se puede observar que el sellador de foquetas y fisuras que presentó mayor abrasión fue el sellador a base de BISGMA+TEGDMA de 3M, mientras que el que presentó menor cambio en la rugosidad fue el sellador a base de BISGMA+TEGDMA de VOCO.

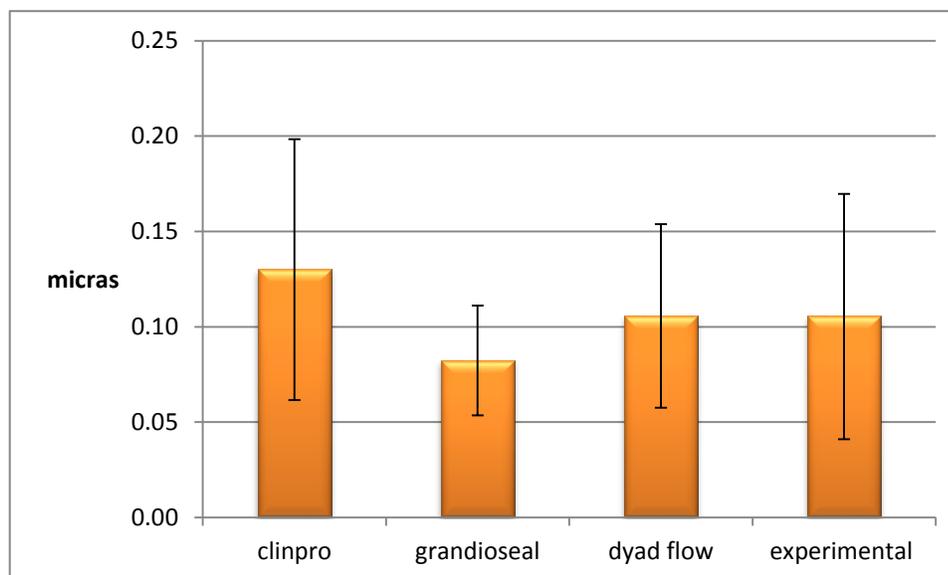
Tabla 1. Promedios de los selladores sometidos a la prueba de abrasión por cepillado.

PROMEDIOS DE ABRASIÓN POR CEPILLADO	
SELLADOR	PROMEDIO
BISGMA+TEGDMA 3M	0.13
BISGMA+TEGDMA VOCO	0.083
GDPM Kerr	0.104
UDMA Experimental	0.105

Fuente directa

Al comparar las medias entre los grupos no se observaron diferencias estadísticas significativas. ($F=0.124$) ($p=0.945$).

Gráfica 1. Gráfica de erosión reportando error típico.



1

Fuente directa

En la tabla 2, 3 y 4 se muestran los promedios de la prueba de erosión ácida de las 0 a las 24 horas, 0 a 48 horas y 24 a 48 horas respectivamente.

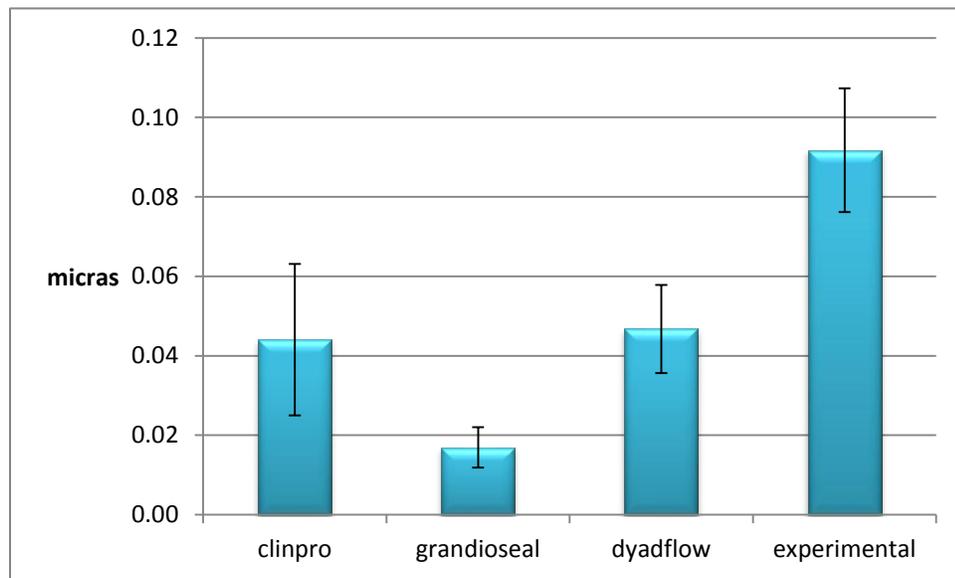
En la tabla 2 y gráfica 2 se observa que de las 0-24 horas, el sellador de foseas y fisuras que presentó mayor pérdida de superficie fue el sellador a base de BISGMA+TEGDMA de 3M, y el que presentó un mejor comportamiento fue el experimental.

Tabla 2. Promedios de la prueba de erosión de las 0-24 horas.

EROSIÓN DE LOS SELLADORES DE 0-24 HORAS	
SELLADOR	PROMEDIO
BISGMA+TEGDMA 3M	0.026
BISGMA+TEGDMA VOCO	0.01
GDPM Kerr	0.011
UDMA Experimental	0.006

Al comparar las medias entre los grupos se observaron diferencias estadísticas significativas. ($F=5.063$) ($p=0.009$). Por medio del análisis de Tukey, se observó que la diferencia estadísticamente significativa se presentó entre el sellador Grandioseal (VOCO) y el experimental. ($\text{sig.}=.005$).

Gráfica2. Gráfica de erosión inicial a 24 horas reportando error típico.



Fuente directa

En la tabla 3 se muestran los promedios de los selladores de fosetas y fisuras de las 0-48 horas. Así como en el gráfico 3, se puede observar que en este intervalo de tiempo, el sellador que presentó mayor erosión fue el sellador experimental. El que tuvo mejor comportamiento fue el sellador a base de BISGMA+TEGDMA de VOCO.

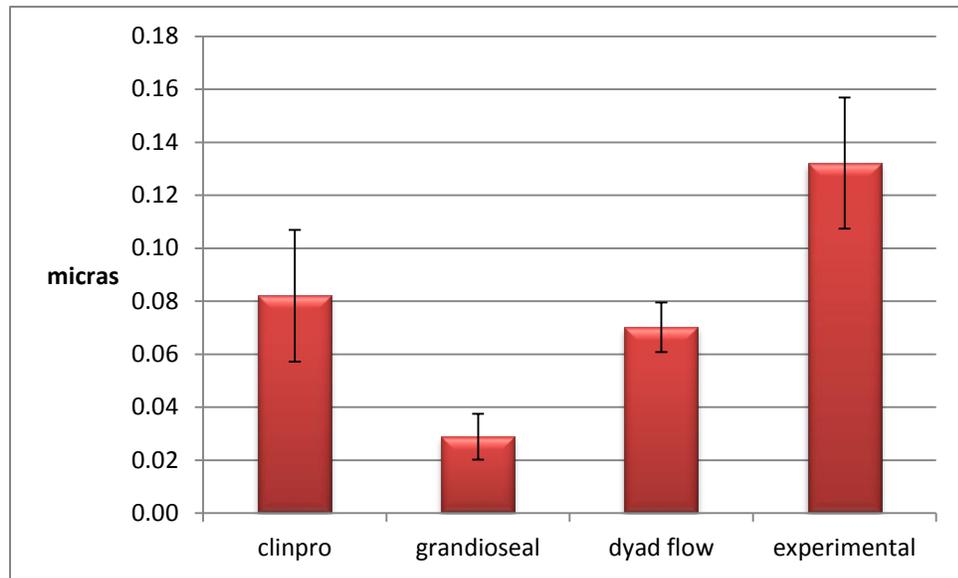
Tabla 3. Promedios y errores típicos de la prueba de erosión de las 0-48 horas.

EROSIÓN DE LOS SELLADORES DE 0-48 HORAS	
SELLADOR	PROMEDIO
BISGMA+TEGDMA 3M	0.049
BISGMA+TEGDMA VOCO	0.017
GDPM Kerr	0.042
UDMA Experimental	0.079

Fuente directa

Al comparar las medias entre los grupos se observaron diferencias estadísticas significativas. ($F=5.188$) ($p=0.008$). Por medio del análisis de Tukey, se observó que la diferencia estadísticamente significativa se presentó entre el sellador Grandioseal (VOCO) y el experimental. ($\text{sig.}=0.004$).

Gráfica 3. Gráfica de erosión inicial a 48 horas reportando error típico.



Fuente directa

En la tabla 4 y gráfica 4 se puede observar que el sellador de foseetas y fisuras que se comportó mejor en el tercer intervalo (24-48 hrs) fue el sellador a base de BISGMA+TEGDMA de VOCO; el que presentó mayor erosión fue el experimental.

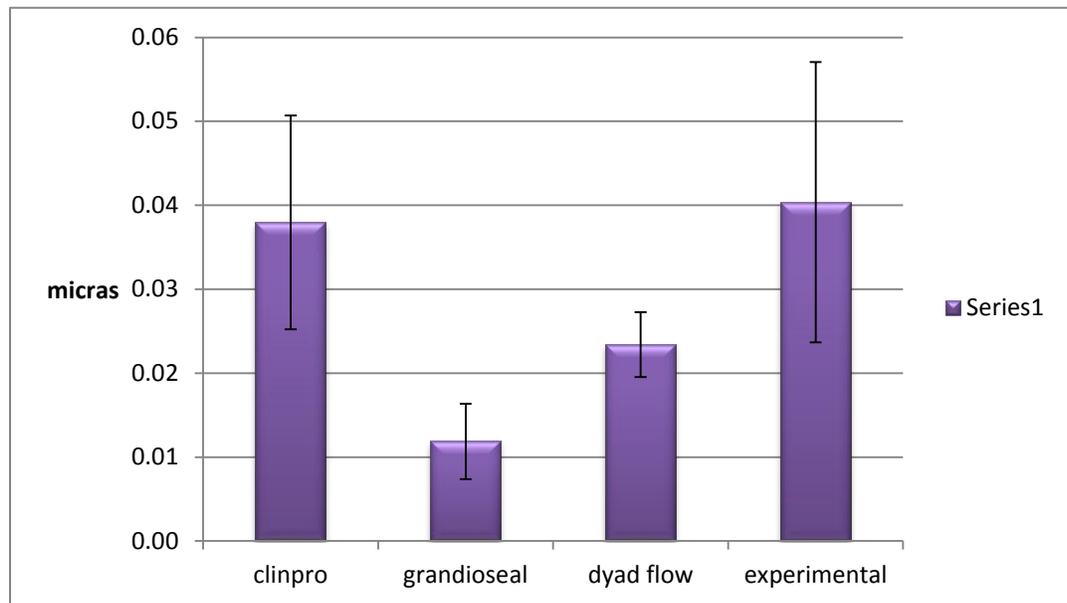
Tabla 4. Promedios y errores típicos de la prueba de erosión de las 24-48 horas.

EROSIÓN DE LOS SELLADORES DE 24-48 HORAS	
SELLADOR	PROMEDIO
BISGMA+TEGDMA 3M	0.022
BISGMA+TEGDMA VOCO	0.007
GDPM Kerr	0.014
UDMA Experimental	0.024

Fuente directa

Al comparar las medias entre los grupos se observaron diferencias estadísticas significativas. ($F=5.188$) ($p=0.008$).

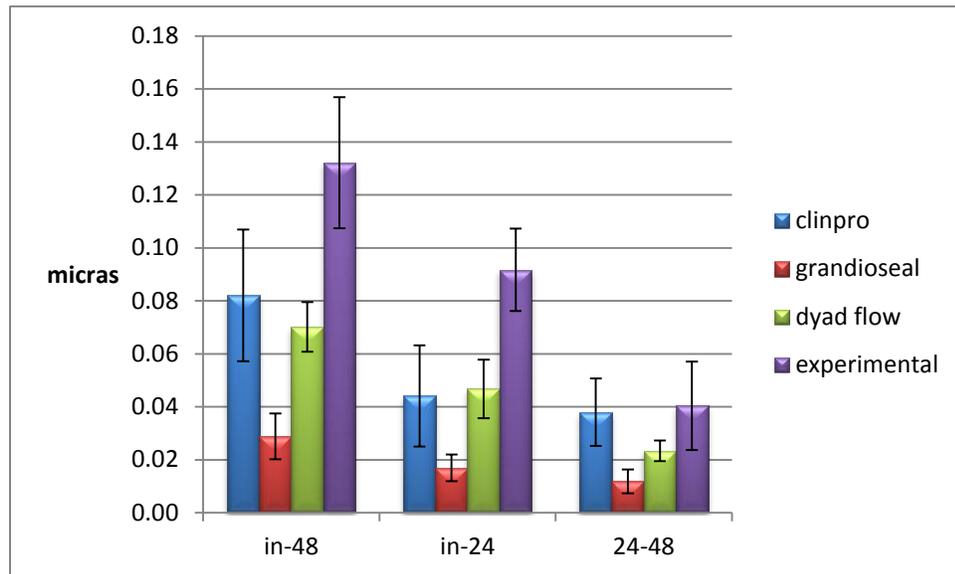
Gráfica 4. Gráfica de erosión 24 a 48 horas reportando error típico.



Fuente directa

En la gráfica 5 se puede observar que en los tres intervalos de prueba de erosión ácida, el sellador de foseetas y fisuras que presentó un mejor comportamiento fue el Grandioseal, VOCO, y en todos los intervalos, el sellador experimental presentó una mayor pérdida de superficie.

Gráfica 5. Erosión de cada uno de los tipos de selladores de foseetas y fisuras de 0-24 horas, 0-48 horas y 24-48 horas.



Fuente directa

El sellador a base de UDMA fue el que reportó mayor pérdida de sustancia por erosión, lo que se puede deber a que su molécula es más pequeña, haciéndolo menos resistente ante el ácido, lo que provoca que la partícula de relleno quede expuesta de manera más rápida, haciendo que esta se pierda y se reduzca la sustancia del mismo.

10. DISCUSIÓN.

En este estudio fueron evaluados cuatro selladores de tres diferentes tipos de composición de matriz orgánica: dos de BISGMA+TEGDMA, uno de GDPM y otro experimental de UDMA ya que se acepta que la abrasión y erosión de un composite varía dependiendo de su composición (matriz orgánica).

Uno de los propósitos de esta investigación fue evaluar la rugosidad de superficie después de la abrasión por cepillado y la pérdida de materia por erosión ácida.

Varios estudios investigaron la rugosidad de superficie⁴⁷⁻⁵² de resinas compuestas después de la abrasión por cepillado. Resultados similares a nuestro estudio, todos encontraron un aumento en la rugosidad de la superficie (en un promedio de 0.15 μ m) después del cepillado para todos los composites, a diferencia de nuestra evaluación, en la que se obtuvo un máximo de 0.13 μ m. Esto se puede deber a que en nuestro estudio se utilizó un cepillo de cerdas suaves, por ser los más recomendados para pacientes pediátricos, a diferencia de los demás, en los que se utilizaban cepillos de cerdas medianas y duras, además de dentífricos, que en esos estudios actuaron como otro medio abrasivo.

Por lo tanto, la hipótesis nula de que no habría ninguna diferencia en la rugosidad de superficie antes y después del cepillado entre los

selladores investigados, fue rechazada para abrasión, ya que los selladores a base de BISGMA+TEGDMA, UDMA y GDPM se comportaron de manera similar.

En nuestro estudio se simuló el cepillado sobre las muestras durante 57 minutos, lo que equivale a 5760 cepilladas, representando un año de cepillado. El conocimiento de estos resultados nos ayuda a conocer el comportamiento de los selladores en los pacientes durante el periodo de un año, para así predecir su comportamiento sabiendo que los selladores deben de durar en boca de 3 a 5 años.

Otro propósito de este estudio fue evaluar la erosión de los selladores bajo el efecto del ácido láctico. Estudios en los que se ha evaluado la erosión de cementos a base de agua, se han reportado los resultados de pérdida de superficie después de 24 horas, ya que por su composición, se pierde sustancia de manera significativa en este periodo de tiempo, como se explica en la norma 96 ADA,^{53,54} por lo que en este estudio se aumentó a 48 horas el tiempo de prueba para evaluar la pérdida de sustancia en el sellador debido a que se trata de un material polimérico y no a base de agua, por lo que su deterioro es más lento. Tomando en cuenta que la prueba de la norma 96 ADA a 24 horas es para cementos fijados con agua y dentro de estos los ionómeros de vidrio, y que éstos pueden ser utilizados como selladores de fasetas y fisuras, se puede inferir que su rendimiento en este uso, será menor a los selladores a base de resina.

El sellador a base de UDMA fue el que reportó mayor pérdida de sustancia por erosión, lo que se puede deber a que su molécula es más pequeña, haciéndolo menos resistente ante el ácido, lo que provoca que la partícula de relleno quede expuesta de manera más rápida, haciendo que esta se pierda y se reduzca la sustancia del mismo.

En base a estos resultados se puede inferir que selladores con composición a base de UDMA no serían de primera elección en pacientes con alta incidencia de caries o bajo pH salival.

Debido a la baja resistencia del sellador a base de UDMA, la hipótesis nula para la segunda propuesta fue rechazada debido a la diferencia significativa que se presenta entre este sellador y el 2 (a base de BISGMA+TEGDMA), que tuvo mejor comportamiento.

Resulta relevante realizar más estudios de erosión ácida sobre selladores de fasetas y fisuras ya que diferentes estudios pueden proporcionar diferentes resultados, lo que es más probable debido a la diferencia de compuestos, fuerza aplicada, número de ciclos, tipo de muestra y tipo/pH del ácido.

11. CONCLUSIONES

Bajo la metodología en la que se llevó a cabo este estudio, los selladores de fosetas y fisuras valorados presentaron desgaste al cepillado y erosión ácida, siendo este último fenómeno observado en mayor medida en selladores de fosetas y fisuras a base de UDMA.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barbería E. Odontopediatría. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2002;pp.256-271.
2. Harris N, Cristen A. Odontología preventiva primaria. México: Edit. ManualModerno; 2001.pp.267-278.
3. Bordoni, Rojas, Escobar.Odontología Pediátrica. Argentina: Ed. Médica Panamericana; 2010; págs. 181-184, 357-370
4. Rubens, "Policy on Third-party Reimbursement of Fees Related to Dental Sealants", American Academy of Pediatric Dentistry. 2011, 33, (6):11,12.
5. Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Caries. México; 2001.
6. Riojas, MT. Anatomía Dental. México: Ed. Manual Moderno; 2009;pp.58-83.
7. Esponda, R., "Anatomía Dental", 7° Ed., UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, México. 2002
8. Orten, Neuhaus, "Bioquímica Humana", Ed. Médica Panamericana, 10° Ed.,Argentina. 1999, pp.440, 441.
9. Cosío, Ortega, Vaillard, "Determinación del pH salival antes, durante y después del consumo de caramelos en niños y niñas de 3, 4 y 5 años de edad", Oral 2010; 11(35):642-645
10. Guideline on Pediatric Restorative Dentistry, American Academy of Pediatric Dentistry.2008, 33 (6): 11,12
11. llave, Fernández, "Eficacia de una medida preventiva para el niño con riesgo cariogénico asociada a la estabilidad del pH salival", Departamento Académico de Estomatología Biosocial,

- Facultad de Odontología. UNMSM, Odontol.Sanmarquina. 2007; 10(1):25-27.
12. Mertz, Fairhaust, "A comparative clinical study of two pit and fissure sealant: 7-year results in Augusta, GA", JAmDentAssoc. 1994 Aug; 109(2):252-5
 13. Hebling, Fegal, "Use of one bottle adhesive as an intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage bonding layer on saliva-contaminated enamel", Am J Dento. 2000 Aug; 13(4):187-91
 14. ADA. Pit and fissure sealants. American National Standard no. 39.2012.
 15. Li SH,Swango, "Evaluation of the retention of two types of pit and fissure sealants", Community Dent Oral Epidemiol. 1981 Aug; 4(4):151-8.
 16. Van Danduytetal.Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007; 28: 3757-3785.
 17. Ortega, Barceló, Pacheco, Ramírez. Adhesión y microfiltración de dos selladores de foseas y fisuras con diferente sistema de polimerización. Revista Odontológica Mexicana. 2007; 11(29): 70-75.
 18. Barceló Santana,Palma, Materiales dentales: conocimientos básicos aplicados, 3° edición, México, edit Trillas, 2010, pp. 97,102-104, 114-117.
 19. Darmani, Al-Hiyasat. The effects of BIS-GMA and TEG-DMA on female mouse fertility. Dental Materials. 2006; 22:353-358.
 20. Touati B. Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. J Esthet Dent 1997;3:108-118
 21. Cuxhaven. Admira-A filling system based on Ormocer.VOCO Research and Development. 2005;101:95-100.

22. Barceló. Validación de las pruebas de laboratorio de biomaterials. Revista Dentista y Paciente. 2012; 24-31.
23. Heintze, Forjanic, Ohmiti, Rousson. Surface Deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. Dental Materials. 2010; 26(4):306-319.
24. Fernández, “Estudio experimental de sistemas poliméricos para recubrimiento de metal en prótesis”, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Odontología, 2004, disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/odo/ucm-t27626%20.pdf>
25. Lambrechts, Debels, Landuyt, Peumans. How to qualify and validate wear simulation devices and methods. Dental Materials 2006;22(8):693-701.
26. Mandikos, McGivney, Davis. A comparison of wear resistance and hardness of indirect composite resins. Journal of Prosthetic Dentistry. 2001;85(4):386-395.
27. Conway, “La abrasión dental y sus consecuencias para la salud Oral”, Oral 2010; 21(12)
28. Ehrnford, Derand, Larsson, Svensson. An abrasion test for composite resins. J Dent Res. 1980; 59(4): 716-720.
29. Braga, Tachibana, Garone-Netto, Sobral. Abrasion resistance of different resin composites. J Health Sce Inst. 2010; 29(2):85-88.
30. Pallav, Gee, Davidson, Erickson, Glasspoole. The influence of admixing microfiller to small-particle composite resin on wear, tensile strength, hardness, and surface roughness. J Dent Res. 1989; 68 (3): 489-490.
31. Manhart, Kunzelmann, Hickel. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. Dental Materials. 2000; 16(1): 33-40.
32. Gatti AM. Biocompatibility of micro- and nano-particles in the colon. Part II. Biomaterials 2004;25:385-92.

33. Gatti AM. Biocompatibility of micro- and nanoparticles in the colon. Part I. In liver and kidney. *Biomaterials* 2002;23:2381-7
34. Lambrechts, Debels, Van Landuyt, Peumans, Meerbeek. How to simulate wear? Overview of existing methods. *Dental Materials*. 2006; 2(8): 693-701.
35. Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, Donly K, Feigal R, Gooch B. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants. *J Am Dent Assoc* 2008;139(3):257-67.
36. O'Brien, W.J. *Dental Materials and their Selection*. 4^o Ed. Canadá: Quintessence. 2008; (14-15): 114-133, 160-162.
37. Ghazal M. Dern M. Wear of human enamel and nano-filled composite resin denture teeth under different loading forces. *J Oral Rehabil*. 2009;36:58-64.
38. Ghazal M. Hedderich J, Kern M. Wear of feldspathic ceramic, nanop-filled composite resin and acrylic resin artificial teeth when opposed to different antagonists. *Eur J. Oral Sci*. 2008;116: 585-592.
39. Momoi, Hirosaki, Kohno, Cabe. *In vitro* toothbrush-dentrifice abrasion of resin-modified glass ionomers. 1997; 13(2):82-88.
40. Walls, McCabe, Murray. An Erosion Test for Dental Cements. 1985; 64(8):1100-1104.
41. Nomoto, McCabe. A simple acid erosion test for dental water-based cements. *Dental Material*. 2001; 17(1):53-59.
42. Walls AWG, McCabe JF, Murray JJ. An erosion test for dental cement. *Journal of Dental Research* 1985:190:57-63.
43. Dental Water-Based Cements, American National Standard/American Dental Association Specification No. 96.
44. MSDS Material Safety Data Sheet, Clinpro Sealant 3M Espe.

45. Heurich, Beyer, Jandt, Reichert. Quantification of dental erosion-A comparison of stylus profilometry and confocal laser scanning microscopy (CLSM). 2010; 26(4):326-336.
46. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis. 7 de febrero de 1984. Última reforma DOF 25-01-2013.
47. Kanter J, Koski RE, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *Journal Prosthetic Dentistry* 1982;47:505–13.
48. Ehnford L. Surface microstructure of composite resins after toothbrush dentifrice abrasion. *Acta Odontologica Scandinavica* 1983;41:241–5.
49. Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1991;66:498–500.
50. Neme AM, Wagner WC, Pink FE, Frazier KB. The effect of prophylactic polishing paste and toothbrushing on the surface roughness of resin composite materials in vitro. *Operative Dentistry* 2003;28:808–15.
51. Turssi CP, de Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues AL. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. *Operative Dentistry* 2001;26:57–584.

52. Teixeira E, Thompson J, Piascik J, Thompson J. In-vitro toothbrush dentifrice abrasion of two restorative composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2005;17:172–82.
53. Nomoto, McCabe. A simple acid erosion test for dental water-based cements. *Dental Material*. 2001; 17(1):53-59.
54. Walls AWG, McCabe JF, Murray JJ. An erosion test for dental cement. *Journal of Dental Research* 1985;190:57-63.
55. Anseth, K. Goodnerl, M. Reill, M. Kannurpattil, A. Newman S, and Bowmanl, C. The Influence of Comonomer Composition on Dimethacrylate Resin Properties for Dental Composites. *J Dent Res* August, (1996); 75(8): 1607-1612.
56. da Costa J, et al. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *JDent* (2010), doi:10.1016/j.jdent.2010.02.005.
57. Felipe, “Deterioro de la superficie por el cepillado de resinas compuestas experimentales con diferentes moléculas”, Tesina, Tutor: Barceló, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2010.
58. ADA. Resin Based Filling Materials. American National Standard no. 27.2012
59. American Dental Association Council on Scientific Affairs. Evidence-based clinical recommendations for use of pit-and-fissure sealants. *JADA* 2008; 139 (4):257-67.
60. Handelman SL, Buonocore MG, Heseck DJ. A preliminary report on the effect of fissure sealant on bacteria in dental caries. *J ProsthetDent* 1972;27(4):390-2.

61. Lajer H. Considerations for Caries-Risk Assessment in an Essential Health Benefits Dental Plan for Children. Technical Report. 2012; 1: 75-80.
62. Boksman L, Gratton DR, McCutcheon E, Plotzke OB. Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. Quintessence Int 1987;18(10):707-9.
63. Nomoto, Uchida, Momoi, McCabe. Erosion of water-based cements evaluated by volumetric and gravimetric methods. Dental Materials. 2003; 19(3):240-244.
64. Craig, Power. Restorative dental materials. 1° ed. St. Louis. Editorial Mosby; 2001, p.670.
65. Heintze, Forjanic. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing *In Vitro*. Operative Dentistry. 2005; 30(5):617-626.
66. Hosoya, Shiraishi, Odatsu, Nagafuji, Kotaku, Miyazaki, Powers. Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. Journal of Oral Science. 2011; 53(3): 283-291.
67. Montes de Oca, Morales, Yamamoto. Valoración de la microfiltración en selladores de fasetas y fisuras empleando la técnica convencional con ácido fosfórico y un sellador con adhesivo autograbable en dientes contaminados con saliva artificial. Revista Odontológica Mexicana. 2010;14(4):208-212.
68. Moyaho-Bernal et al. Dos técnicas para la retención de selladores dentales. RevMedInstMex Seguro Social. 2011; 49 (1):13-16.
69. Rueggeberg. State-of-the-art: Dental photocuring- A review. Dental materials. 2011;27: 39-52.
70. Cuxhaven. MSDS Material Safety Data Sheet, Grandioseal. VOCO. 2005;106: 135-149.

- ^{71.} Kuzgoz et al. Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2010; 3: 594-599.
- ^{72.} da Costa J, et al. The effect of various dentrifices on surface roughness and gloss of resin composites. *JDent* (2010), doi:10.1016/j.jdent.2010.02.005.

13. ANEXOS

<u>SELLADOR</u>	<u>COMPOSICIÓN</u> <u>MATRIZ</u> <u>ORGÁNICA</u>	<u>TIPO RELLENO</u>	<u>TIEMPO</u> <u>DE</u> <u>EXPOSICI</u> <u>ÓN</u>	<u>LOTE Y CAD.</u>
Dyadflow, Kerr	GDPM	Trifluoruro de Iterbio (40nm), vidrio Ba.-alúmino silicato (.7-1 μ), relleno prepolimerizado (20 μ), sílicacoloidal(10-40n μ).	20 s.	Lte.4497557 Cad. 2013-09 Lte.4488743 Cad. 2013-07
Clinpro, 3M	BISGMA+TEGD MA	Tetrafluoroborato de tetrabutilamonio(<5%), sílicasilanizada (5-10%), liberadores Fluoruro (<5% peso), difenilyodonium de hexafluoro fosfato (<1%)	20 s.	Lte. N391285 Cad. 2014-05
Grandioseal, Voco	BISGMA+TEGD MA	Sílice, liberadores Fluoruro.	20 s.	Lte. 1226534, Cad.2014-09
Experimental	UDMA	M325 silanizado (54.7%)	40 .	NO

Cuadro 1. Composición de cada uno de los selladores de fasetas y fisuras

